

Estudio del ciclo reproductor de *Chamelea gallina* (L., 1758) (Mollusca: Bivalvia) en tres poblaciones del litoral andaluz

A. Rodríguez de la Rúa¹, M. A. Prado¹ y M. A. Bruzón²

¹ Bergantín, 39. E-41012 Sevilla, España

² Consejería de Agricultura y Pesca. Cicem. El Toruño. Carretera nacional IV, km 654. E-11500 El Puerto de Santa María (Cádiz), España. Correo electrónico: mariaa.bruzon@juntadeandalucia.es

Recibido en enero de 2003. Aceptado en diciembre de 2003.

RESUMEN

Se ha establecido el ciclo gametogénico de tres poblaciones de *Chamelea gallina* (L., 1758) del litoral andaluz, utilizando métodos histológicos e índices de condición. El patrón fue bastante similar en las tres poblaciones. En las suratlánticas (Punta Umbría y Doñana) se observó un amplio periodo de emisión que abarcó desde enero hasta septiembre y un corto periodo de reposo sexual desde finales de septiembre hasta noviembre, a partir del cual comenzó la gametogénesis. En la población surmediterránea (Fuengirola) el periodo de emisión abarcó casi la totalidad del año, si bien en los meses más fríos (otoño e invierno) el porcentaje de ejemplares en puesta fue más bajo que en los meses cálidos (primavera y verano). La talla de madurez sexual se ha establecido en 16 mm.

Palabras clave: Bivalvos, ciclo gametogénico, histología, peso seco, emisión.

ABSTRACT

The reproductive cycle of *Chamelea gallina* (L., 1758) (Mollusca: Bivalvia) in three populations from the Andalusian coast (southern Spain)

The gametogenic cycle of three populations of *Chamelea gallina* (L., 1758) from the Andalusian coast (southern Spain) was determined by means of histological methods and variations in dry weight. The pattern shown was very similar in all of them. In Atlantic populations (Punta Umbría and Doñana), spawning occurred between January and September, and a short period of sexual repose took place from the end of September until November, when gametogenesis began. In the Mediterranean population (Fuengirola), spawning lasted almost the entire year, even though in autumn and winter spawning percentage was lower than in spring and summer. The size at sexual maturity was established as 16 mm.

Keywords: Bivalves, gametogenic cycle, histology, dry weight, spawning.

INTRODUCCIÓN

Chamelea gallina (L., 1758) es una especie de molusco bivalvo que habita en zonas litorales de poca profundidad y sedimento arenoso. Su distribución

en la península Ibérica es típicamente mediterránea, aunque también se localiza en la zona comprendida entre el golfo de Cádiz y el cabo San Vicente.

Se han empleado diversos métodos para describir el ciclo gametogénico de los invertebrados ma-

rios. Del estudio microscópico de la gónada a lo largo de un ciclo anual se obtiene una información muy detallada y fiable. En los últimos años se está utilizando el método volumétrico de Snyder (1985) y otros que utilizan técnicas planimétricas (Morales-Álamos y Mann, 1989), esterológicas o de análisis de imagen (Heffernan y Walker, 1989; Tirado y Salas, 1998).

Se han realizado varios estudios relacionados con la reproducción de *C. gallina*. Marano, Casavola y Saracino (1980) analizaron las diferencias reproductivas de tres especies de bivalvos (*C. gallina*, *Venus verrucosa* (L., 1758) y *Rudicardium tuberculatum* (L.)) en el Adriático; Bodoy (1983) estableció el crecimiento y las variaciones estacionales de la composición bioquímica de *C. gallina* en el golfo de Marsella; Nojima y Russo (1989) analizaron la estructura de una población en el golfo de Nápoles, y Erkan y Sousa (2002) realizaron un estudio estructural de su ciclo espermatogénico en Turquía, entre otros. Más concretamente, en España, Establier (1969) estudió la variación de la composición química de *C. gallina* a lo largo de un ciclo anual; Royo (1984) realizó un estudio sobre una población en el litoral onubense; y Vizuet y Mas (1988) y Vizuet, Martínez y Mas (1993) establecieron la biometría, reproducción y algunas consideraciones sobre su pesca en la bahía de Mazarrón.

En Andalucía, *C. gallina* se conoce con el nombre común de chirila y constituye un recurso pesquero muy importante. En la campaña pesquera de 2001, un total de 4 902 toneladas fueron comercializadas a través de lonja, constituyendo el 45,6 % del total de las capturas de moluscos. El conocimiento de su ciclo reproductivo es fundamental para la gestión de bancos naturales mediante el establecimiento de tallas mínimas de captura y la determinación de la época de veda, entre otras medidas.

El objetivo de este estudio es contribuir al conocimiento de la biología reproductiva de *C. gallina* y establecer las posibles diferencias en el patrón reproductivo de esta especie en tres zonas del litoral andaluz.

MATERIAL Y MÉTODOS

Las poblaciones de *C. gallina* estudiadas estaban localizadas en tres bancos naturales: dos en Huelva (Punta Umbría y Doñana) y uno en Málaga (Fuengirola). Se han analizado un total de 11 623

ejemplares con longitudes comprendidas entre 5,7 y 35,2 mm. Se realizaron muestreos desde junio de 1999 hasta mayo de 2000, con periodicidad mensual en los meses de otoño e invierno y quincenal en primavera y verano. Se capturaron en total 3 707 ejemplares en Punta Umbría, 3 851 en Doñana y 4 065 en Fuengirola. Parte de los individuos fueron destinados al estudio histológico de la gónada. Con este fin se procedió a la fijación de las muestras en formol tamponado al 10 % (o Davidson's), inclusión en parafina y posterior tinción con hematoxilina/eosina y hematoxilina/VOF (Gutiérrez, 1967). Los diferentes estados de desarrollo gonadal fueron establecidos de acuerdo con la escala propuesta por De Villiers (1975) para *Donax serra* Röding, 1798 que establece cinco estados diferentes de desarrollo gonadal:

- Citolítico (C): El material reproductor es escaso. Los folículos son muy pequeños y están separados. En machos, las células germinales son escasas y están degenerando. En hembras, sólo es posible identificar algunos restos de óvulos grandes y lúmenes amplios.

- Pre-activo (Pr): Los folículos son relativamente pequeños, pero están bien formados. En machos, las células germinales son relativamente escasas, predominando las espermatogonias y, algunas veces, esperma residual. En hembras, no suelen observarse ovocitos residuales, y sólo aparecen periféricamente un número limitado de ovogonias y pequeños ovocitos.

- Activo (A): Los folículos son grandes y generalmente contiguos. En los machos, debido a la cantidad de esperma existente, los lúmenes centrales de los folículos son pequeños o no existen. En hembras, se observan ovocitos maduros.

- Emisión (E): Los folículos se orientan hacia el centro de la gónada. En machos, en el interior de los folículos, se observa el esperma cayendo por el lumen central, mientras que otro esperma, situado en hileras radiales, está listo para ser liberado. En hembras, las paredes de muchos folículos están interrumpidas y, con frecuencia, aparecen ovocitos maduros sueltos entre los folículos.

- Post-activo (Ps): La cantidad de material reproductor en los folículos varía dependiendo de la intensidad de la puesta y del tiempo transcurrido desde que ésta tuvo lugar. En machos, aunque hay un número considerable de células germinales, no parece que los folículos estén llenos. En hembras, el patrón folicular muestra un aspecto alterado y,

aunque se encuentran células en prácticamente todas las etapas de desarrollo, son escasas.

En los ejemplares destinados al estudio de variación de peso se tomaron medidas de longitud y peso total. La longitud, que se corresponde con el eje antero-posterior de las valvas, se midió con un calibre de 0,1 mm de precisión. Los tejidos blandos fueron extraídos, obteniéndose el peso seco por desecación a 100 °C durante 24 horas. Los pesos se tomaron en miligramos. El índice de condición utilizado es el de Beukema (1974) modificado por Ansell, Frenkiel y Mõueza (1980): $Ic = Ps / L^3$, donde Ps es el peso seco (mg) y L la longitud (mm³).

RESULTADOS

Determinación de la proporción de sexos

Con el fin de establecer la proporción de sexos, se han considerado los meses de actividad sexual, en los que los sexos son fácilmente reconocibles. En la población de Punta Umbría, de 423 ejemplares, el 50 % correspondieron a machos y el otro 50 % a hembras. En Doñana, se ha determinado el sexo de 363 ejemplares, de los que el 49 % fueron machos y el 51 % hembras. En Fuengirola, de 514 ejemplares, se obtuvo una proporción de machos:hembras, en porcentajes, de 53:47. De acuerdo con estos resultados, se observó que la proporción de sexos, en las tres zonas de estudio, fue de 1:1 ($P > 0,05$ en los tres casos). No se ha encontrado ningún ejemplar hermafrodita.

Análisis de la variación de peso seco

En Punta Umbría, atendiendo a la variación del índice de condición a lo largo del ciclo anual (figura 1), se observó un descenso de los valores medios en julio, descenso que se mantuvo más o menos constante hasta diciembre, mes en que se produjo un incremento progresivo que alcanzó su pico máximo en febrero (0,017 mg/mm³) como consecuencia del máximo desarrollo gonadal. A partir de ese momento se observó un nuevo descenso coincidiendo con periodos de emisión, produciéndose un leve incremento de peso seco en la segunda quincena de mayo y junio.

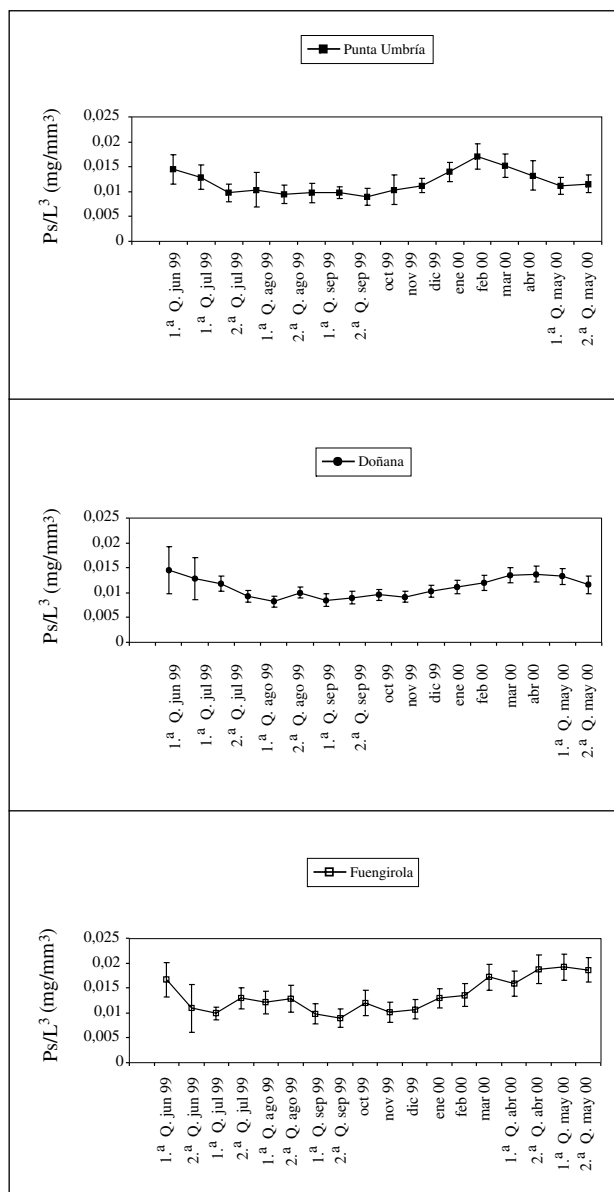


Figura 1. Variación del índice Ps/L^3 (mg/mm³) a lo largo del ciclo anual en las tres poblaciones. Las barras indican los valores de desviación típica. (Q.): quincena.

En Doñana, las variaciones producidas en el índice de condición (figura 1) son progresivas, sin cambios bruscos a lo largo del año de estudio. El pico máximo se observó en la primera quincena de junio (0,014 mg/mm³). Durante los meses posteriores se registró un descenso paulatino, con un incremento anómalo a finales del mes de agosto como consecuencia de un aumento de tamaño de los ejemplares muestreados. A partir de esta fecha, se observó un incremento progresivo hasta abril, mes en que comienza de nuevo a descender coincidiendo con la emisión de gametos.

En los individuos de Fuengirola se observó un descenso del índice de condición (figura 1) en los meses veraniegos y un posterior incremento durante el resto del año. El valor máximo se obtuvo en la primera quincena de mayo (0,0192 mg/mm³) y el mínimo en la segunda quincena de septiembre (0,009 mg/mm³).

Ciclo gametogénico

Para establecer el ciclo gametogénico de *C. gallina* se han analizado en total 487 individuos en Punta Umbría, 480 en Doñana y 514 en Fuengirola. La figura 2 muestra la distribución de los ejemplares en cada una de las categorías de desarrollo gonadal propuestas por De Villiers (1975).

Los resultados obtenidos fueron bastante similares en las tres poblaciones. En el caso de las suratlánticas (Punta Umbría y Doñana), se observó un amplio periodo de emisión desde enero hasta principios de septiembre, con porcentajes máximos (100 %) en abril y junio en Punta Umbría y en junio y julio en Doñana. El periodo de reposo sexual abarcó desde finales de septiembre hasta noviembre, mes en que se inició la gametogénesis. En la población surmediterránea (Fuengirola) el periodo de emisión abarcó casi la totalidad del año, no existiendo ningún mes en que no hubiera individuos en este estado, si bien, en los más fríos, el porcentaje de ejemplares en emisión fue inferior a los de primavera y verano. Los picos máximos de puesta se observaron de marzo a junio, en la segunda quincena de julio y en la primera de agosto, con un 100 % de los ejemplares en emisión. Las características microscópicas de los distintos estados de desarrollo gonadal masculinos y femeninos se muestran en la figura 3. En el caso de las hembras, no se han encontrado ejemplares estrictamente en estado activo, posiblemente debido a que en este estado de madurez, cualquier acción como un choque térmico o, incluso, un corte en los músculos aductores, puede provocar la emisión de los gametos.

Talla de madurez sexual

La talla de madurez sexual se define como aquella en la que más del 50 % de la población está sexualmente madura. Para el establecimiento de di-

cha talla, se han analizado microscópicamente 120 ejemplares pertenecientes a los intervalos de clase de 11,7 a 28,9 mm durante los meses de mayo y junio de 2001 y marzo de 2002 (figura 4). Se han considerado estos meses pues son los que registran mayores porcentajes de emisión.

Por medio del análisis microscópico de las gónadas se observó que, en el intervalo de 16-17 mm, el 53 % de la población presentaba un alto desarrollo gonadal, estableciéndose 16 mm como talla de primera maduración.

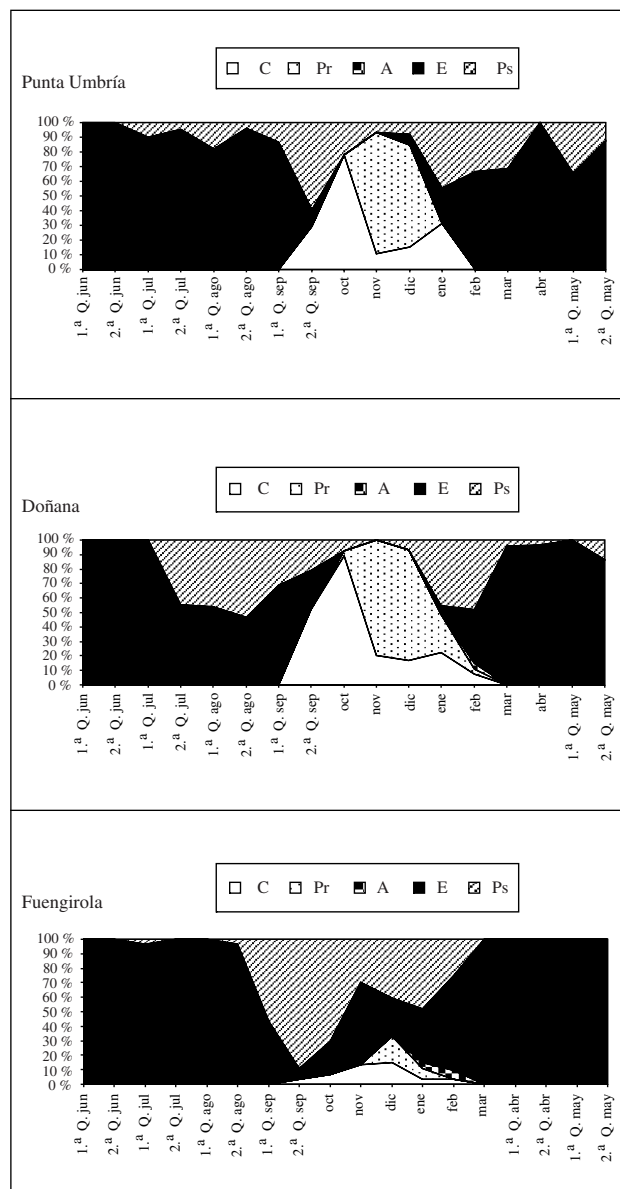
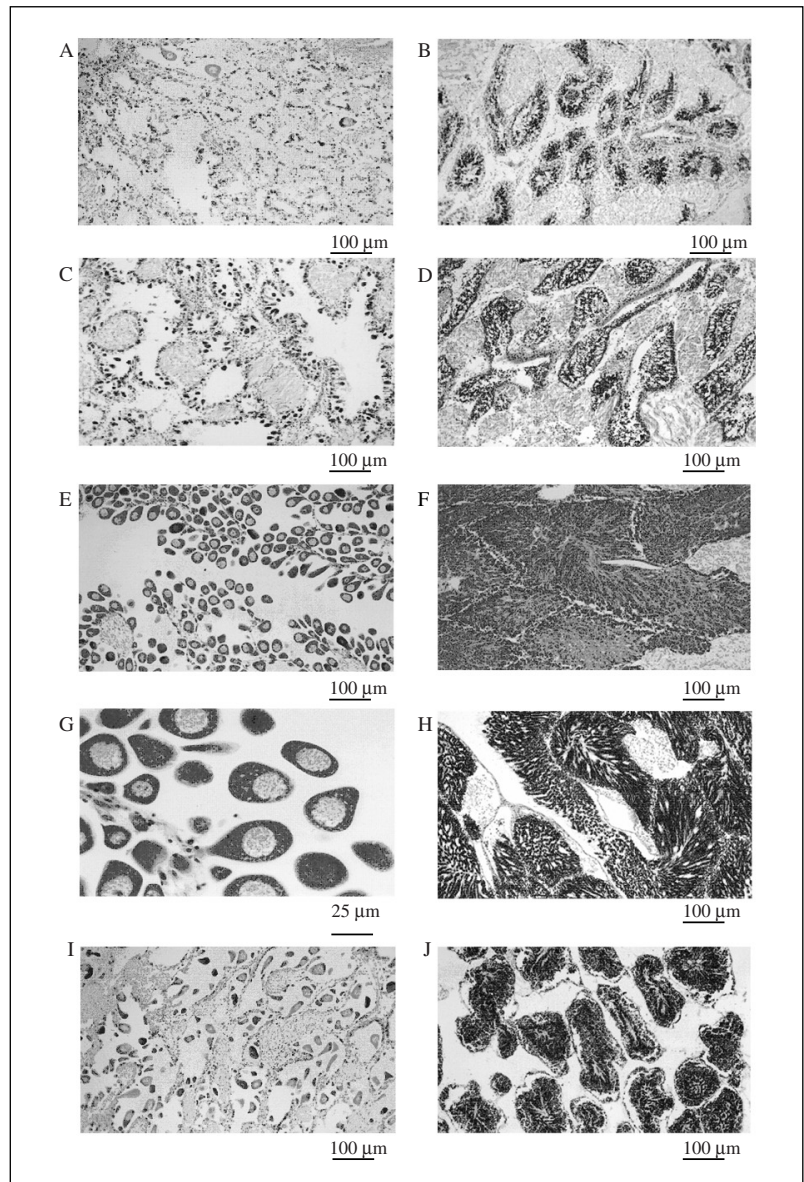


Figura 2. Frecuencia relativa de los distintos estados de desarrollo gonadal en las tres poblaciones de *C. gallina*. (C): citolítico; (Pr): pre-activo; (A): activo; (E): emisión; (Ps): post-activo; (Q.): quincena.

Figura 3. Desarrollo gonadal de *C. gallina*. (A): hembra citolítica (hematoxilina/eosina); (B): macho citolítico (hematoxilina/eosina); (C): hembra pre-activa (hematoxilina/eosina); (D): macho pre-activo (hematoxilina/VOF); (E): hembra en emisión (hematoxilina/eosina); (F): macho activo (hematoxilina/eosina); (G): detalle ovocitos vitelogénicos en hembra en emisión (hematoxilina/eosina); (H): macho en emisión (hematoxilina/eosina); (I): hembra post-activa (hematoxilina/eosina); (J): macho post-activo (hematoxilina/eosina).



DISCUSIÓN

C. gallina es una especie gonocórica. No se ha observado ningún caso de hermafroditismo en los ejemplares analizados en este trabajo, lo que coincide con lo obtenido por Marano, Casavola y Saracino (1980) en el Adriático y Vizuet y Mas (1988) en una población de la bahía de Mazarrón.

El patrón del ciclo reproductivo de *C. gallina* en tres zonas del litoral andaluz fue bastante similar, si bien la similitud fue más patente entre las poblaciones suratlánticas. En líneas generales, se observó un amplio periodo de emisión que comenzó en enero y terminó a finales de verano, con los meses de abril a julio, ambos inclusive, como los de mayor

porcentaje de ejemplares en emisión. A partir de octubre se observó un corto periodo de reposo gonadal, con un inicio de la gametogénesis a finales de año. En la población de Fuengirola el periodo de emisión fue más amplio, abarcando, en mayor o menor porcentaje, todo el año, aunque su pico máximo de emisión coincidió con los de las otras poblaciones. Se puede suponer que las diferencias observadas entre las poblaciones suratlánticas y la surmediterránea son debidas a las diferencias de temperatura que afectan a estas poblaciones, más cálida en las costas malagueñas. En el caso de las poblaciones suratlánticas, las diferentes condiciones ambientales no parecen influir de forma importante en el ciclo reproductor.

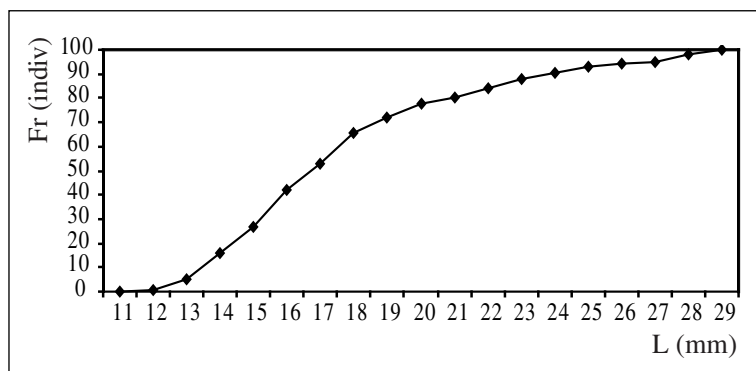


Figura 4. Talla de madurez sexual. (Fr): frecuencia acumulada de los ejemplares en estado maduro (activo y emisión); (L): longitud (mm).

Los estudios llevados a cabo en el Adriático (Marano, Casavola y Saracino, 1980) mostraron un periodo de puesta anual en los meses de primavera y verano, coincidiendo con temperaturas superiores a 14-15 °C. A partir de septiembre-octubre se observó un periodo de reposo que finaliza en febrero-marzo, coincidiendo con el inicio de la gametogénesis. En una población del golfo de Marsella, Bodoy (1983) estableció el periodo de emisión en verano. En España, en la bahía de Mazarrón, Vizuite y Mas (1988) observaron dos picos de emisión: uno de mayor importancia en el mes de junio y otro de menor magnitud en agosto. Las diferencias observadas son atribuidas a un efecto latitudinal. Según Hughes (1971), las diferencias en el ciclo reproductor de *Scrobicularia plana* (Da Costa, 1778) estarían sujetas a diferencias de temperatura y, por tanto, latitudinales. No sólo la temperatura tiene notable influencia en la reproducción de moluscos bivalvos: Navarro e Iglesias (1995) establecieron que la gametogénesis en *Ruditapes decussatus* (L., 1758) posee una termodependencia acusada, sin obviar el papel determinante de las condiciones nutricionales, dada la coincidencia temporal existente, por regla general, entre los valores máximos de temperatura y alimento en el medio. Delgado (2001) observó que en ejemplares de *R. decussatus*, mientras la temperatura permita el desarrollo gonadal y se mantenga constante, la velocidad con la que transcurre dicho proceso va a depender de la cantidad de alimento ingerido.

Lammens (1967) estableció dos tipos de evoluciones gonadales de los bivalvos. En el primero, el inicio del desarrollo gonadal se efectúa a finales del invierno o principios de la primavera, momento en que la temperatura del agua comienza a aumentar. La emisión tiene lugar en los meses cálidos,

en respuesta a aumentos de temperatura y fitoplancton. En los moluscos del segundo tipo, el desarrollo sexual, que comienza en verano u otoño, sufre una suspensión temporal causada por la disminución de la temperatura del agua durante el invierno. Atendiendo a los argumentos expuestos, *C. gallina* estaría incluida en el primer grupo de moluscos. En él también ha sido incluida otra especie de bivalvo, *Scrobicularia plana* Da Costa (Hughes, 1971; Sola, 1994)

El estudio del índice de condición se ha adaptado, en líneas generales, al ciclo gametogénico obtenido mediante análisis histológico. Se observó un descenso del índice en primavera y verano, coincidiendo con la emisión de gametos al exterior; posteriormente, existió un aumento paulatino de peso seco como consecuencia de la activación gonadal. En las poblaciones suratlánticas se produjo un ligero aumento del índice en junio, sugiriendo que no se trataba de un periodo de puesta continuado sino que presentaba dos picos principales: uno en abril-mayo y otro en julio. El análisis histológico mostró que, en junio, el 100 % de los ejemplares estaba en emisión, si bien el aumento de peso observado puede atribuirse a la existencia de un nuevo desarrollo gametogénico (presencia de ovogonias y ovocitos previtelogénicos) paralelo al periodo de emisión.

La talla de primera maduración se ha establecido en 16 mm. Massé (1971) atribuyó un crecimiento de 14 a 15 mm durante el primer año de vida. Estos resultados, prácticamente, coinciden con los obtenidos por Bodoy (1983), según el cual, los ejemplares crecen 13 mm en su primer año de vida. Ambos trabajos se han realizado con poblaciones del golfo de Marsella. Vizuite, Martínez y Mas (1993) establecieron un crecimiento anual de 20 mm en ejemplares de la bahía de Mazarrón. Tomando como base los resultados obtenidos en

los anteriores estudios, podemos atribuir una primera maduración en ejemplares de aproximadamente un año de edad.

AGRADECIMIENTOS

A las Dras. Salas y Tirado su asesoramiento científico, y a Dña. Zeneida Romero, D. Joaquín Ortega, D. Enrique Matas y D. Javier Serén su inestimable ayuda en la realización técnica del trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- Ansell, A. D., L. Frenkiel y M. Möueza. 1980. Seasonal changes in tissues weight and biochemical composition from the bivalve *Donax trunculus* L. on the Algerian Coast. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 45: 105-116.
- Beukema, J. J. 1974. Seasonal changes in the biomass of the macrobenthos of a tidal flat area in the Dutch Wadden Sea. *Neth. J. Sea Res.* 8: 94-107.
- Bodoy, A. 1983. Croissance et variations saisonnières de la composition biochimique de *Venus gallina* dans le Golfe de Marseille (Méditerranée Occidentale). *Tethys* 11 (1): 57-66.
- Delgado, M. 2001. *Maduración sexual en Ruditapes decussatus (L.): Implicaciones energéticas y bioquímicas*. Tesis doctoral. Universidad de Santiago de Compostela: 307 pp.
- Erkan, M. y M. Sousa. 2002. Fine structural study of the spermatogenic cycle in *Pitar rudis* and *Chamelea gallina* (Mollusca, Bivalvia, Veneridae). *Tissue and Cell* 34 (4): 262-272.
- Establier, R. 1969. Variación estacional de la composición química de la chirla (*Venus gallina* L.). *Inv. Pesq.* 33 (1): 7-13.
- Gutiérrez, M. 1967. Coloración histológica para ovarios de peces, crustáceos y moluscos. *Inv. Pesq.* 31 (2): 265-271.
- Heffernan, P. B. y R. L. Walker. 1989. Quantitative image analysis methods for use in histological studies of bivalve reproduction. *J. Molluscan Stud.* 55: 135-137.
- Hughes, R. N. 1971. Reproduction of *Scrobicularia plana* Da Costa (Pelecypoda: Semelidae) in North Wales. *The Veliger* 14: 77-81.
- Lammens, J. J. 1967. Growth and reproduction in a tidal flat population of *Macoma baltica* (L.). *Neth. J. Sea Res.* 3: 315-382.
- Marano, G., N. Casavola y C. Saracino. 1980. Indagine comparative sulla riproduzione di *Chamelea gallina* (L.), *Venus verrucosa* (L.), *Ruditardium tuberculatum* (L.) nel Basso Adriatico. *Memorie di Biologia Marina e di Oceanografia* X: 229-233.
- Massé, H. 1971. Etude quantitative de la macrofaune de peuplements des sables fins infralittoraux. 2. La baie du Padro (Golfe de Marseille). *IBID.* 3 (1): 113-158.
- Morales-Álamos, R. y R. Mann. 1989. Anatomical features in histological sections of *Crassostrea virginica* (Gmelin, 1791) as an aid in measurements of gonad area for reproductive assessment. *J. Shellfish Res.* 8: 71-82.
- Navarro, E. y J. I. P. Iglesias. 1995. Energetics of reproduction related to environmental variability in bivalve molluscs. *Haliotis* 24: 43-55.
- Nojima, S. y G. F. Russo. 1989. Struttura di popolazione del bivalve *Chamelea gallina* (L.) in un fondo sabbioso Dell'Isola D'Ischia (Golfo di Napoli). *Oebalia* XV (1): 189-201.
- Royo, A. 1984. La chirla, *Venus gallina* L., en el litoral onubense. En: *Actas 4º Simposio Iberico de Estudos do Bentos Marinho* (21-25 de mayo, 1984. Lisboa, Portugal) 2: 49-66.
- Snyder, D. E. 1985. Fish eggs and larvae. En: *Fisheries techniques*. L. A. Nielsen, D. L. Johnson y S. S. Lampton (eds.): 165-197. American Fisheries Society Bethesda. Maryland, EE UU.
- Sola, J. C. 1994. *Estudio de la comunidad reducida de Macoma en el estuario del Bidasoa: evolución de la estructura y biología de las especies dominantes (dinámica poblacional, reproducción, crecimiento y producción secundaria)*. Tesis doctoral. Universidad de Navarra: 526 pp.
- Tirado, C. y C. Salas 1998. Reproduction and fecundity of *Donax trunculus* L., 1758 (Bivalvia: Donacidae) in the littoral of Málaga (Southern Spain). *J. Shellfish Res.* 17 (1): 169-176.
- Villiers, G. de. 1975. Reproduction of the sand mussel *Donax serra* Röding. *S. Afr. Sea Fish. Branch. Invest. Rep.* 109: 1-31.
- Vizuite, F., P. Martínez y J. Mas. 1993. Estudio del ciclo reproductivo de *Chamelea gallina* L., en la Bahía de Mazarrón (S. E. de la Península Ibérica). En: *Estudios del Bentos Marino* (1-4 de octubre, 1991. Murcia, España). A. Pérez Ruzafa y C. Marcos Diego (eds.) *Publicaciones Especiales. Instituto Español de Oceanografía* 11: 49-56.
- Vizuite, F. y J. Mas. 1988. Biometría y reproducción de *Chamelea gallina*, L. en la Bahía de Mazarrón (SE de la Península Ibérica) y algunas consideraciones sobre su pesca. *FAO Rapport sur les pêches* 395, anexe 18: 107-111.